

원적외선 광원을 이용한 Water에서의 Photo Acoustic Signal의 검출 Photo-Acoustic Signal Detection of Water using FIR Light Source

김건식, 김태우, 전계진*, 윤길원* , 최중길**, 박승한
연세대학교 물리학과, *삼성 종합기술원 M-응용 Project Team, **연세대학교 화학과
kimmys@phya.yonsei.ac.kr

원적외선 영역에서 혈중성분들의 분광 특성이 존재함이 확인되면서 이 영역의 빛을 이용한 혈중 성분의 정량 분석을 통한 진단기술 개발이 활발히 진행되고 있다¹⁾. 특히 원적외선 영역에서 특정 파장에서의 반응성을 이용한 여러 방법들 중 Photo-Acoustic을 이용한 방법이 여러 가지로 연구 되어지고 있다. (2) 현재 수용액 상태의 혈중 성분들의 원적외선 분광 특성을 연구하였으며, 이를 이용한 혼합 성분들의 흡수 spectrum 정량-정성 분석이 가능하며, 이러한 특성을 이용하여 non-invasive 로 이용 가능한 분광법을 연구 진행 중이다. 원적외선은 물에 대한 흡수도가 크고 침투 깊이가 적으므로 흡수 spectrum을 이용한 방법은 한계가 있다.

PA를 이용한 분광법은 흡수된 원적외선에 의한 반응으로 나오는 acoustic signal을 측정함으로써 보다 실제의 경우에 적용 가능한 방법으로 생각된다. PA방법은 낮은 농도의 기체 성분을 검출할 때 주로 쓰이는 방법이다. 이 경우 cell의 resonance(공명)를 이용하여 acoustic signal을 증폭시켜 측정하게 되므로 ppm 단위의 농도까지 측정 가능하다. 하지만 liquid sample의 경우 시료의 진동에 의한 acoustic signal을 직접 측정하여야 하므로 좀더 어려운 점이 있다.

본 연구에서는 수용액 상태의 시료에 대한 PA signal을 측정함으로써 시료의 농도를 구하고자 하고, 첫 번째로 water만의 흡수에 의한 PA signal을 측정하였다.

Liquid sample에서의 PA실험이므로 signal의 측정에 어려움이 따른다. 실험 광원으로는 IR 광원 source를 사용하였다. 실제 생체 시료에 직접 조사하여야 하고 넓은 영역의 파장을 이용할 수 있기 때문이다. 실험 방법은 cell을 이용한 방법과 직접 물속에 detector를 넣어 측정하는 방법을 사용하였다.(Fig.1) PA cell은 closed system으로 제작하는 것이 보통이지만 실제 생체시료에 적용할 때는 시료에 빛을 조사한 후 detector를 그 위에 contact 시켜서 측정하게 되므로 closed system이 되기가 어렵다. 따라서 open system으로 sample의 진동에 의한 acoustic signal을 직접 측정하도록 하였다.

Detector로는 피에조 필름 형식의 detector 및 직접 물속에 넣을 수 있는 초음파 sensor를 사용하였으며, lock-in amp를 이용하여 signal을 얻었다.

그 결과, cell 외부에서 검출된 PA signal과 water 내에서의 PA signal을 측정, 비교 할 수 있었으며, 초음파 sensor를 이용하여 PA signal을 얻을 수 있었다.

본 연구에서는 혈중 성분의 in-vivo 측정을 위한 기초 단계로서 PA signal을 water에서 측정하였다. 실제 적용을 대비하여 물 속에 detector를 넣어 실험하였으며, 그 결과 여러 조건하에서 PA signal의 검

출이 가능함을 알 수 있었다. 앞으로 분광된 빛을 이용한 파장별 PA signal 측정 및 성분별 PA signal의 측정, 혼합성분의 측정 등을 통하여 PA를 이용한 혈중 성분 분석의 가능성을 연구할 계획이다.

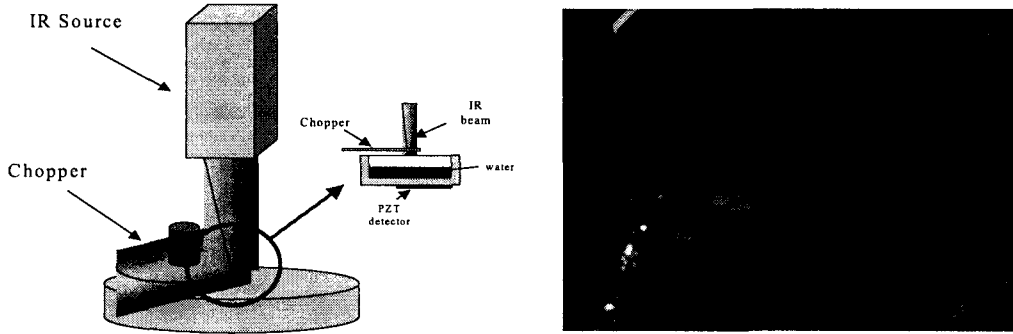


Fig.1 cell에서의 PA signal 측정 및 water 내부에서의 PA signal 측정

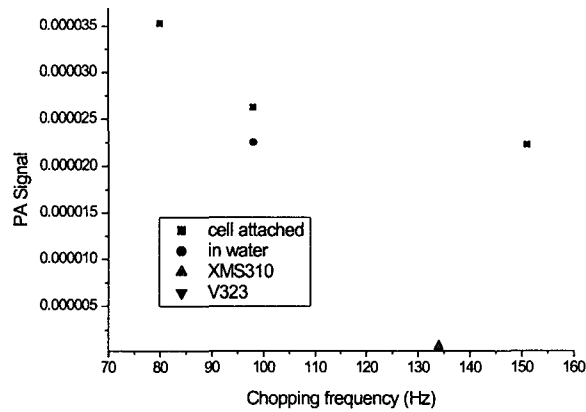


Fig2. 검출된 PA signal

참고문헌

1. H.M.Heise, "Human Oral Mucosa Studies with Varying Blood Glucose Concentration by Non-invasive ATR-FTIR-Spectroscopy", Cellular and Molecular Biology 44(6), 889-912(1998)
2. Yaochun Shen, Zuhong Lu, Stephen Spiers, Hugh A. MacKenzie, Helen S. Ashton, John Hannigan, Scott S. Freeborn, and John Lindberg, "Measurement of the optical absorption coefficient of a liquid by use of a time-resolved photoacoustic technique", Applied Optics 39(22), 4007-4012(2000).